

Analisis Level Bottom Kapal Tongkang 330 Ft & 350 Ft
Kevin Alfa Rolando^{*1} Nurul Ulfah^{1*}, Andrew William Patria Mantik^{2*}

* Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik Mesin
Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: kevinalfarolando31@gmail.com

Abstrak

Pengetahuan tentang ilmu pengetahuan dan teknologi juga berkembang pesat seiring berjalannya waktu, yang menghasilkan motivasi ilmiah baru. Industri pelayaran global semakin berkualitas dan mengadopsi teknologi yang lebih maju. "Level bottom" dalam konstruksi kolom adalah kolom udara yang berada di atas lapisan datar horizontal yang membagi bagian bawah kolom menjadi apa yang disebut sebagai lantai kolom. Letaknya di bawah lambung kapal paling bawah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memastikan bahwa proses pelaksanaan prosedur level bottom tidak terhalang oleh masalah krusial seperti posisi plat yang tidak rata, hasil akhir, dan lainnya. Selain itu juga bertujuan untuk membantu dalam memahami prosedur level bottom pada tutup tongkang dengan menggunakan metode IACS Rec. 1996/Rev. 10 2021 sebagai acuan yang digunakan untuk memastikan kondisi tutup dapat dinyatakan baik dan layak untuk digunakan.

Kata kunci: Kapal Tongkang, *Level Bottom*

Abstract

Knowledge of science and technology has also developed rapidly over time, resulting in new scientific motivations. The global shipping industry is getting better quality and adopting more advanced technology. The "level bottom" in column construction is the air column that sits on top of the horizontal flat layer that divides the bottom of the column into what is referred to as the column floor. It is located under the lowest hull of the ship. The purpose of this study is to ensure that the process of carrying out the level bottom procedure is not hindered by crucial issues such as uneven plate position, finish, and others. In addition, it also aims to assist in understanding the level bottom procedure on barge lids using the IACS Rec. 1996/Rev. 10 2021 method as a reference used to ensure the condition of the lid can be declared good and suitable for use.

Keywords : *Barges, Bottom Level*

1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pun berkembang beriringan dengan berjalannya waktu sehingga terciptalah motivasi pengetahuan terbaru. Dunia industri perkapalan global mengalami berkembang dalam meningkatkan kualitas dan teknologi yang lebih canggih. Sektor pelayaran sangat penting untuk perdagangan internasional (~80-90% dari perdagangan global perdagangan global terjadi melalui pelayaran) dan karenanya sangat penting bagi perekonomian dunia[1]. Dengan banyaknya metode pembuatan atau konstruksi serta kemajuan-kemajuan teknologi membuat kapal yang dihasilkan menjadi lebih berkualitas untuk bersaing. upaya mencapai tujuan nasional berdasarkan Pancasila dan Undang Undang Dasar (UUD) Negara Republik Indonesia Tahun 1945 yaitu mewujudkan Wawasan Nusantara serta memantapkan ketahanan nasional. Adapun untuk mencapai tujuan nasional berdasarkan Pancasila dan Undang- Undang Dasar (UUD) Negara Republik Indonesia Tahun 1945 tersebut diperlukan sistem transportasi nasional berupa armada angkutan laut yang cukup besar dan layak digunakan untuk mengoptimalkan pemberdayaan industri perkapalan, pelayaran dan perhubungan laut nasional, mendorong dan menggerakkan roda perekonomian nasional serta memperkokoh pengembangan wilayah dan kedaulatan negara[2].

Di negara maritim seperti Indonesia, peran pelayaran dalam kehidupan sosial ekonomi penduduk sangatlah penting, laut dan kapal adalah suatu kesatuan sistem transportasi di laut yang tidak dapat dipisahkan, sejarah membuktikan pergerakan perdagangan dan pemerataan penduduk dengan pemanfaatan tenaga manusia, dimulai dari mendayung perahu, memasang layar, hingga digerakkan oleh mesin dan sampailah kita pada istilah pelayaran bagi kegiatan transportasi air di laut, untuk dapat menciptakan kondisi pelayaran seperti yang diharapkan, maka setiap pelayaran wajib mengutamakan kondisi laik laut[3]. Pelayaran di Indonesia juga sangat berkembang dikarenakan Indonesia berada pada jalur perdagangan internasional sehingga perkembangan industri perkapalandi Indonesia juga meningkat terutama pada kapal tongkang (*barge*).

Jenis kapal tongkang (*barge*) merupakan alat transportasi yang cocok untuk mengangkut muatan berat dengan dimensi yang cukup besar seperti struktur anjungan lepas pantai maupun bentang jembatan. Semakin besar dimensi barge yang diperlukan untuk mengangkut muatan, maka semakin mahal biaya sewa yang harus dikeluarkan oleh penyewa. Pertimbangan pemilihan tongkang tidak hanya pemenuhan kebutuhan kapasitas ruang muat diperlukan. Permasalahan yang sangat penting selain itu adalah kemampuan tongkang untuk menahan beban muatan di atasnya (*barge strength*)[4]. Kapal tongkang pada umumnya digunakan untuk mengantar hasil bumi maupun barang lainnya yang mampu membawa beban yang sangat berat. Sehingga diperlukan kualitas kapal tongkang yang baik dan dapat berlayar dengan aman. Pada proses konstruksi kapal tongkang terdapat proses level bottom yang merupakan bagian konstruksi yang perlu diperhatikan untuk menjaga kualitas kapal tongkang

Dalam pembuatan kapal, "*level bottom*" adalah istilah yang mengacu pada lapisan horizontal datar yang membentuk dasar lambung kapal, yang pada dasarnya adalah lantai kapal. Berada di bagian paling bawah lambung kapal. Lapisan bawah sangat penting untuk struktur kapal. Hal ini menawarkan kekuatan dan dukungan untuk menahan muatannya dan beban kapal secara keseluruhan. Bentuk hidrodinamis mempengaruhi bentuk lambung kapal secara keseluruhan, yang berdampak pada daya apung dan ketahanan kapal di dalam air. Oleh sebab itu kegiatan level bottom merupakan hal yang penting dalam kegiatan konstruksi. Permasalahan yang sering terjadi pada proses konstruksi perkapalan adalah kurangnya pemerhatian dan melalaikan tanggung jawab atas penanganan.

Tujuan dari penelitian ini untuk memastikan proses pelaksanaan prosedur level bottom dapat terhindari permasalahan krusial seperti posisi plat yang tidak simetris, kemiringan pada hasil akhir dan juga untuk membantu memahami prosedur dari *level bottom*. Seperti pada undang Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, yang mengendalikan tanggung jawab dan wewenang syahbandar sebagai salah satu pelopor pengawasan keselamatan pelayaran, serta standar laik laut kapal sebelum mendapatkan izin berlayar[3]. Segala upaya untuk mencegah terjadinya kecelakaan kapal yang dapat menimbulkan korban jiwa, kehilangan harta benda dan pencemaran lingkungan, faktor-faktor pada keselamatan kapal perlu juga dijaga dan dilaksanakan, sebagaimana tertuang dalam pasal 1 angka (32) dan pasal 1 angka (34) Undang-undang pelayaran[5].

2. Metodologi Penelitian

2.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Bahtera Bahari Shipyard. Diagram alir penelitian yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.1 :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Prosedur Penelitian

Penjelasan mengenai diagram alir (*flowchart*) dapat dilihat pada uraian berikut ini :

2.1 Rumusan Masalah

Level bottom merupakan proses pengukuran kestabilan kapal setelah pemasangan bagian-bagian konstruksi seperti stiffener, stringer, bracket, web frame, main deck dan lainnya. Bertujuan untuk memastikan prosedur level bottom mendapatkan hasil yang ketidaklurusan kapal. Namun Ketidaklurusan kapal dipengaruhi ketidaklurusan permukaan tanah. Hal ini menjadi tujuan dilakukan penelitian.

2.2 Studi Literatur

Beban-beban yang ditimbulkan oleh beban statis dan dinamis menyebabkan perubahan pada bentuk seluruh kapal. Sehingga pada saat plat dibentang dan diberi batu maupun kayu sebagai penahan juga mendapatkan beban yang akan membuat batu dalam posisi tidak simetris. Hal ini disebabkan karena kondisi x atau yang disebut faktor alam seperti hujan dan panasnya matahari membuat tanah dapat berubah-ubah. Hal ini menjadi acuan dasar dalam kelanjutan konstruksi yang lebih lanjut. Menurut Sabaruddin, (2012) Cuaca dan iklim merupakan keadaan atau kondisi fisik atmosfer yang terbentuk melalui interaksi dari berbagai unsur atau komponen yang disebut unsur-unsur cuaca dan iklim yang saling berinteraksi satu dengan lainnya[6].

Oleh sebab itu perlu dilakukan *level bottom* untuk memastikan dan mengunci plat untuk pada posisi yang sudah simetris.

2.3 Pengumpulan Data

2.3.1 Observasi

Analisis yang dilakukan menggunakan cara observasi dengan melihat ketinggian atau turunnya permukaan plat dengan menggunakan metode timbang air.

2.3.2 Wawancara

Penelitian ini dilakukan dengan cara mewawancarai 3 orang QC dan 2 orang Forman. Adanya beberapa cara atau tahapan pada timbang air berbeda-beda dari setiap forman.

2.3.3 Dokumen Terkait

Penelitian ini memiliki standar internasional. IACS Rec. 1996/Rev.10 2021 adalah standar prosedur yang digunakan di PT. Bahtera Bahari Shipyard.

2.4 Pengukuran *Level Bottom*

Pengukuran *level bottom* di PT. Bahtera Bahari Shipyard menggunakan metode timbang air dimana proses ini menggunakan selang yang diisi air. Kemudian alat meteran digunakan untuk mengukur tinggi plat *bottom*. Mengacu pada standar prosedur yang ada di perusahaan.

2.5 Analisis Data

Standar prosedur *level bottom* mengikuti IACS Rec. 1996/Rev.10 2021. Prosedur ini memiliki perhitungan yang dapat menentukan minimum dan maksimal batas toleransi pada ketinggian plat. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan microsoft excel agar lebih mudah dalam pendataan. Prosedur ini sesuai dan digunakan dengan kebutuhan PT. Bahtera Bahari Shipyard

2.6 Kesimpulan

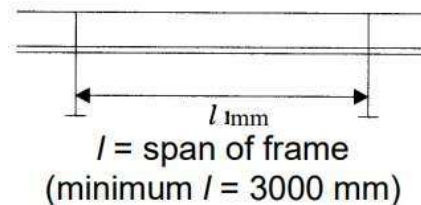
Pada tahap ini merupakan tujuan dilakukan analisis prosedur *level bottom*. Fase ini meliputi pencarian, penelitian, dan pengumpulan bahan dan informasi yang relevan dan terpercaya yang dapat digunakan sebagai referensi pekerjaan Anda pada tugas akhir ini. Informasi mengenai kerataan dan dimensi penting yang harus diperhatikan diperlukan.

3. Analisis Data dan Pembahasan

3.1 Persiapan Data

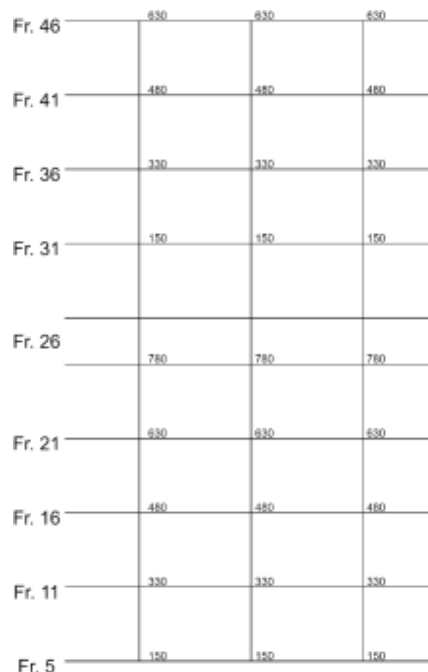
Regulasi *rules* IACS Rec. 1996/Rev.10 2021 merupakan standar yang digunakan di PT Bahtera Bahari Shipyard. Pada konstruksi melintang gading atau frame dipasang vertikal dengan jarak antara, ke arah memanjang kapal, rapat. Sistem konstruksi campuran merupakan gabungan dari sistem melintang dan sistem memanjang, dimana sisi kapal diperkuat dengan gading melintang yang rapat, alas dan geladaknya diperkuat dengan pembujur – pembujur[7]. Hal ini menjelaskan bahkan tinggi permukaan bottom ditentukan dari jarak frame 3 m. Pada konstruksi tongkang 1 *web frame* terdiri dari 5 *frame* sehingga jarak per *frame* adalah 15 m. Maka pada proses kegiatan *level bottom* tinggi pada permukaan *bottom* master poin harus 150 cm dan setiap *frame* ditambah 150cm. Dalam konteks stabilitas kapal, master poin adalah titik referensi pada lambung kapal yang digunakan untuk menghitung perpindahan kapal dan karakteristik stabilitasnya. Titik ini biasanya terletak di dekat pusat gravitasi kapal dan digunakan untuk menentukan "rancangan rata-rata" kapal, yang merupakan kedalaman rata-rata lambung kapal yang terendam di dalam air. diperkuat dengan pembujur – pembujur[8].

Hal ini dapat dilihat jarak *frame* pada rules IACS Rec. 1996/Rev.10 2021. pada gambar berikut.



Gambar 2. Jarak *Frame*

Setelah menentukan *master* poin pada ketinggian permukaan bottom dilakukan pembuatan gambar desain untuk memudahkan pengambilan data pada saat dilakukannya observasi *level bottom* seperti gambar berikut.



Gambar 3. Poin Perframe

Frame (Fr.) adalah susunan rangka komponen struktural penting yang membentuk tulang punggung lambung kapal. Rangka memberikan kekakuan, kekuatan, dan dukungan pada pelapisan kapal, sehingga memungkinkannya untuk menahan kekuatan laut. Rangka biasanya dibuat dari *member* melintang, seringkali *member* memanjang, dan berbagai komponen lain yang bekerja sama untuk menciptakan struktur yang kuat dan stabil. Setiap *frame* 5,11,16, dst diberi penambahan 150 cm pada poin standar ketinggian *bottom*. Namun pada *frame* 26 dilakukan pengurangan master poin dari 150. Pengurangan master poin dikarenakan selang timbang air tidak memenuhi jarak panjang kapal.

Pembuatan prosedur level bottom menggunakan metode timbang air. Prosedur *level bottom* juga dilakukan dengan mengikuti arahan Forman dan QC. Setelah dilakukan pengukuran akan dilakukan penginputan data dari setiap *frame*. Metode *level bottom* ini melibatkan pengukuran volume air pada selang yang dipindahkan oleh lambung kapal pada *frame* tertentu, sehingga memungkinkan pemahaman yang rinci tentang bentuk lambung kapal dan keseimbangan kapal. Berikut tahapan *level bottom*:

1. Siapkan kapal yang bertujuan untuk memastikan bahwasanya tidak ada lagi kegiatan-kegiatan yang sedang berlangsung.
2. Menetapkan Titik Referensi yaitu *frame* diberi tanda sebuah besi pada lambung kapal secara berkala di sepanjang kapal. Besi ini akan berfungsi sebagai patokan untuk mengukur ketinggian air pada selang pada bagian lambung kapal.
3. Hitung Volume: Untuk setiap tahap selang, hitung volume ketinggian air pada master poin ke patokan besi yang digunakan untuk mengetahui dimensi perbandingan ketinggian air dari master poin yang diketahui dari batas jarak ketinggian point tersebut.
4. Melakukan pendataan dari hasil perbandingan nilai ketinggian air dari hasil observasi yang bertujuan untuk mendapatkan nilai standar yang sudah ada.
5. Melibatkan departemen fasiliti untuk menentukan kemiringan kapal untuk menentukan kemiringan tanah sebelum dilakukannya konstruksi.



Gambar 4. Proses Pemasangan Selang Air Pada Setiap *Frame*



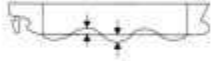
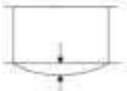
Gambar 5. Pelaksanaan Observasi *Level Bottom*

3.2 Data Hasil Observasi

Scinematic Timbang Air Barge 330x90x20				Scinematic Timbang Air Barge 350x90x22			
Fr. 46	+1 780	+1 780	0 780	Fr. 46	+16 780	+14 780	+8 780
Fr. 41	+2 630	+1 630	+1 630	Fr. 41	+18 630	+15 630	+12 630
Fr. 36	+1 480	+1 480	0 480	Fr. 36	+1 480	+5 480	+7 480
Fr. 31	0 330	+1 330	0 330	Fr. 31	0 330	+1 330	-1 330
Fr. 26	0 150	+1 150	+1 150	Fr. 26	0 780	-4 780	-5 780
Fr. 21	+2 630	+1 630	-3 630	Fr. 21	-1 630	-7 630	-9 630
Fr. 16	+2 480	0 480	-1 480	Fr. 16	+1 480	-5 480	-5 480
Fr. 11	+1 330	+1 330	-2 330	Fr. 11	-3 330	-1 330	-2 330
Fr. 5	0 150	0 150	+1 150	Fr. 5	0 150	-5 150	-7 150

Gambar 6. Data Hasil Observasi Barge 330 Ft & 250 Ft

Data *level bottom* didapatkan dari hasil dilakukannya observasi pada kapal tongkang dimulai dari *frame 5* (Fr.5) sampai *frame 46* (Fr.46) dengan metode timbang air untuk menentukan ketinggian air yang menentukan ketinggian plat *bottom*. Pada data hasil observasi *level bottom* (+) menandakan bahwasanya nilai ketinggian plat lebih dari data yang standar dan (-) diartikan kurang atau menurunnya plat dari standar. Sebagai contoh (+5) dari frame 5 menjelaskan bahwasanya plat lebih tinggi 5 cm dari poin standar yaitu 150. Setelah dilakukan observasi *level bottom* maka dilakukan analisis data tersebut untuk menentukan apakah nilai dari observasi mengikuti standar yang digunakan PT Bahtera Bahari Shipyard yaitu IACS Rec. 1996/Rev.10 2021. Berikut acuan standar *level bottom* IACS Rec. 1996/Rev.10 2021.

Detail	Standard	Limit	Remarks
Deformation for the whole length 	± 50 mm		per 100 m against the line of keel sighting
Deformation for the distance between two adjacent bulkheads 	± 15 mm		

Gambar 7. Standar Deformasi Level Bottom

Pada rules IACS Rec. 1996/Rev.10 2021. Menjelaskan toleransi pada jarak ketinggian atau turunnya plat setiap *frame*. Pada rules tersebut dijelaskan pada bagian melintang memiliki toleransi ±15 mm dan

pada bagian memanjang ± 50 mm. Namun pada perusahaan Bahtera Bahari Shipyard pada bagian memanjang hanya mencapai nilai maximal ± 15 mm[9].

Pada Hasil observasi *level bottom* kapal tongkang 330 Ft dan 350 Ft terdapat nilai pada ketinggian plat. Namun terdapat beberapa frame yang melewati standar akan dilakukan perbaikan seperti penambahan dan pengurangan dari dongkrak hidrolik atau *Keel Block* pada permukaan bawah *bottom*.



Gambar 8. Dongkrak Hidrolik dan Keel Block

Beban yang terjadi akibat beban statis maupun dinamis akan menyebabkan perubahan bentuk pada kapal secara keseluruhan atau pun pada bagian yang terkena beban tersebut saja. Beban dinamis adalah beban yang terjadi pada kurun waktu yang cepat. Pada beban dinamis bukan beban dari luar seperti gaya tarik bumi saja yang bekerja, tetapi terdapat juga beban yang ditimbulkan akibat kapal itu sendiri[10]. Nilai tegangan yang semakin besar dan berulang inilah yang akan menyebabkan tegangan yang dialami kapal akan mendekati titik leleh pada suatu struktur, selain kondisi ini, terdapat beban dinamis yang akan menambah ketegangan yang terjadi pada kapal[8]. Dengan penambahan atau pengurangan dari dongkrak hidrolik membuat kondisi kapal tongkang mengalami perubahan *bottom* pada *frame* tersebut sehingga dapat mengubah poin sesuai dengan standar dengan pengecekan bertahap.

Scinematic Timbang Air
Barge 350x90x22

	+2	+6	+3
Fr. 46	780	780	780
Fr. 41	+3 630	+5 630	+3 630
Fr. 36	+0 480	+1 480	+2 480
Fr. 31	0 330	+1 330	-1 330
Fr. 26	0 150	-2 150	-3 150
Fr. 21	-1 630	-3 630	-4 630
Fr. 16	+1 480	-3 480	-2 480
Fr. 11	-1 330	-1 330	-2 330
Fr. 5	0 150	-2 150	-3 150

Gambar 9. Hasil Data Observasi setelah Penambahan & pengurangan Dongkrak Hidrolik

Data hasil perbaikan yang dilakukan dengan penambahan dan pengurangan dongkrak hidrolik akan berubah sehingga dapat dipastikan dengan memperhatikan nilai *level bottom* berada pada standar yang mengacu pada IACS Rec. 1996/Rev.10 2021

Kesimpulan

Dalam penulisan Tugas Akhir ini bermaksud untuk menambah ilmu pengetahuan dan wawasan tentang pentingnya menjaga kualitas dan daya tahan kapal dengan mengikuti standar yang berlaku sesuai dengan aturan-aturan berlaku, selain itu juga untuk memberi bekal mahasiswa untuk kedepan dan meningkatkan generasi yang lebih baik dan pemahaman tentang perlunya metode *level bottom* dalam kegiatan konstruksi perkapalan. Dengan bekal ilmu pengetahuan para generasi penerus diperlukan analisa dan pemahaman konstruksi yang baik dan benar.

Berdasarkan hasil penyusunan Tugas Akhir, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Tugas dan tanggung jawab kita sebagai pekerja dalam proses pembuatan kapal perlu memperhatikan dan pemahaman pada proses konstruksi perkapalan. Hal ini bertujuan untuk menghindari kerusakan yang krusial sehingga mengakibatkan kerusakan hingga menyebabkan kecelakaan. Sehingga diperlukan kerja sama dan bijakan dalam proses konstruksi.
2. Fungsi dari dilakukannya proses *level bottom* bertujuan untuk memastikan kapal berada dalam posisi yang baik dan layak untuk berlayar. Menjaga kestabilan kapal merupakan tujuan utama dalam konstruksi perkapalan, sehingga dapat berlayar dengan baik dan aman demi menjaga keselamatan
3. Peran dalam proses *level bottom* juga melibatkan beberapa peran seperti *QC, Foreman, engineer dan supervisor class* untuk mengkoordinasikan proses *level bottom* sesuai bidang masing-masing

Daftar Pustaka

- [1] Mallouppas, G., & Yfantis, E. A. (2021). Decarbonization in shipping industry: A review of research, technology development, and innovation proposals. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(4), 415
- [2] Aulia, M., & Cahyarini, L. L. Urgensi Perkembangan Regulasi Kapal Laut Sebagai Objek Jaminan Hipotek. *Notarius*, 15(1), 390-402.
- [3] Jukrisno, J., Nofrizal, R., & Simatupang, B. (2023). Analisis Yuridis Pengawasan Manifes Penumpang Untuk Mewujudkan Kelaiklautan Kapal (Studi Penelitian di Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Khusus Batam). *Wajah Hukum*, 7(1), 230-238.
- [4] Wenur, E. A. (2023). Peranan dan Tugas Nakhoda dalam Penegakan dan Pelaksanaan Hukum Diatas Kapal Menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran (Doctoral dissertation, Universitas Kristen Indonesia).
- [5] Wenur, E. A. (2023). *Peranan dan Tugas Nakhoda dalam Penegakan dan Pelaksanaan Hukum Diatas Kapal Menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran* (Doctoral dissertation, Universitas Kristen Indonesia).
- [6] YUDHI, A. (2020). Analisis Pengaruh Faktor Pengawasan Muatan, Faktor Alam Dan Kesalahan Teknis Terhadap Kecelakaan Kapal (Studi Kasus Pada Pelabuhan Lembar Lombok). *SKRIPSI*.
- [7] Miliniati, G. I., & Setyawan, D. (2021). Optimasi Web Frame dan Senta Kapal Sesuai Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Dengan Bahasa Pemrograman. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), G116-G121.
- [8] ROHMAN, S. ANALISIS KEKUATAN MEMANJANG TONGKANG PENGANGKUT MUATAN BERAT DAN PANJANG.
- [9] IACS Rec. 1996/Rev.10 2021
- [10] Wulandari, A. I., Alamsyah, A., & Agusty, C. L. (2021). Analisis Tegangan Regangan pada Pelat Deck dan Bottom Kapal Ferry Ro-Ro Menggunakan Finite Element Method. *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, 15(1), 45-52.